

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10013845 A**(43) Date of publication of application: **16.01.98**

(51) Int. Cl.

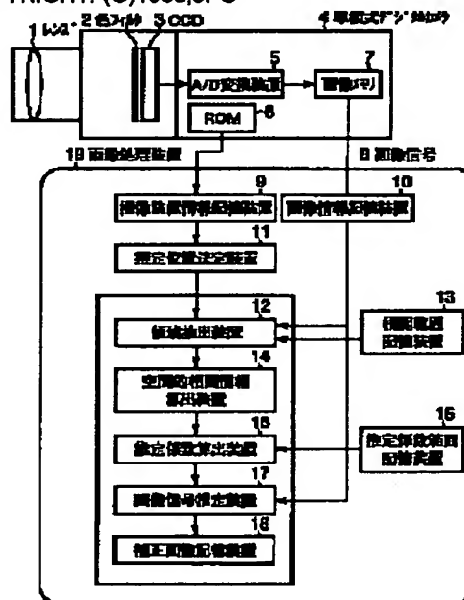
H04N 9/07(21) Application number: **08158407**(22) Date of filing: **19.08.98**(71) Applicant: **OLYMPUS OPTICAL CO LTD**(72) Inventor: **OSAWA TATEO
TSUKIOKA TAKETO****(54) PICTURE PROCESSOR****(57) Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To execute optimum estimation with respect to optional structure by executing adaptive estimation depending on structure of a picture by using spatially correlated information concerning the local area of a picture signal to estimate.

SOLUTION: Picture information from a CCD 3 is stored in a picture memory 7 by way of an A/D converter 5 and then stored in a picture information storage device 10 within a picture processor 19. In addition, arranging information of a color filter 2 stored in ROM 6 is stored in an information storage device for an image pickup device 9. Next, an estimated position deciding device 11 decides the position of the picture signal to estimate and an area extracting device 12 extracts the local area of a prescribed size involving this area. A calculator 14 calculates spatially correlated information concerning this local area and a picture signal estimating device 17 estimates a picture signal corresponding to the position of the picture signal obtained from the device 11. Thereby optimum estimation is executed with respect to optional structure by executing adaptive estimation depending on the structure

of the picture by using spatial correlation information concerning the local area.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-13845

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月16日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 4 N 9/07

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 4 N 9/07

技術表示箇所

A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平8-158407

(22) 出願日 平成8年(1996) 6月19日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 大澤 健郎

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72) 発明者 月岡 健人

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

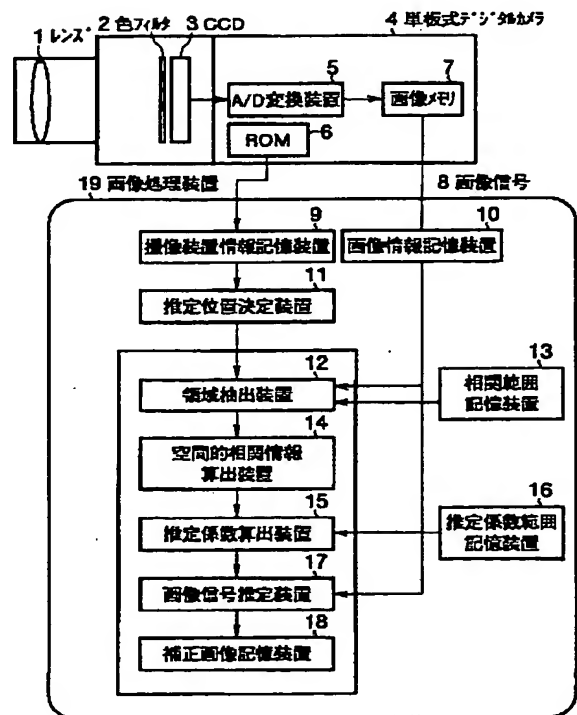
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

(54) 【発明の名称】 画像処理装置

(57) 【要約】

【課題】 任意の構造の画像に対して最適な推定を行なうことができる画像処理装置を提供する。

【解決手段】 画像信号を生成する撮像装置に関する情報に基づき、推定すべき画像信号の位置を決定する推定位置決定装置11と、この推定位置決定装置11から得られた画像信号の位置を包含する所定サイズの局所領域を抽出する領域抽出装置12と、この領域抽出装置12から得られた局所領域に関する空間的相関情報を算出する空間的相関情報算出装置14と、この空間的相関情報算出装置14によって算出された空間的相関情報に基づき、推定位置決定装置11から得られた画像信号の位置に対応する画像信号を推定する画像信号推定装置17とを具備する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像信号を生成する撮像装置に関する情報に基づき、推定すべき画像信号の位置を決定する推定位置決定手段と、

この推定位置決定手段から得られた上記画像信号の位置を包含する所定サイズの局所領域を抽出する領域抽出手段と、

この領域抽出手段から得られた局所領域に関する空間的相関情報を算出する空間的相関情報算出手段と、

この空間的相関情報算出手段によって算出された空間的相関情報に基づき、上記推定位置決定手段から得られた上記画像信号の位置に対応する画像信号を推定する画像信号推定手段と、

を具備することを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 上記領域抽出手段から得られた局所領域に関する構造情報を抽出する構造情報抽出手段と、

この構造情報抽出手段で抽出された構造情報に基づき、上記空間的相関情報算出手段による空間的相関情報算出の方法を変更する変更手段と、

をさらに具備することを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項3】 複数の色信号からなる画像信号を生成する撮像装置に関する情報に基づき、推定すべき画像信号の位置を決定する推定位置決定手段と、

この推定位置決定手段から得られた上記画像信号の位置を包含する所定サイズの局所領域を複数の色信号を含む画像信号から抽出する領域抽出手段と、

この領域抽出手段から得られた局所領域に関する空間的相関情報を算出する空間的相関情報算出手段と、

上記領域抽出手段から得られた局所領域に関する色相関情報を算出する色相関情報算出手段と、

上記空間的相関情報算出手段によって算出された空間的相関情報と上記色相関情報算出手段から算出された色相関情報に基づき、上記推定位置決定手段から得られた上記画像信号の位置に対応する画像信号を推定する画像信号推定手段と、

を具備することを特徴とする画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は画像処理装置に関する、特に、局所領域に関して算出された空間的相関情報に基づいて画像信号を推定する画像処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、従来から用いられている銀塩フィルムに代わり、CCDなどの固体撮像素子を用いた撮像システムが急速に普及しつつある。このような撮像システムでは、カラー画像情報を3色の色情報もしくは輝度、色差情報として保存する。例えば、デジタルカメラなどの撮像系では、一般に3色に対応して分光感度の異なる3種類のフィルタをCCDの前面に配置することに

より、それぞれの色信号情報を取得することを原理としており、色信号情報を取得するためには1画素につき3種類のセンサが必要となる。

【0003】 このように、撮像システムを実現する場合、被写体からの入射光を分割するための光学系と、分光感度の異なる3種類のフィルタを配置した3枚のCCDとからなる3板式の撮像装置が用いられているが、3枚のCCDと分割光学系とを用いることにより高価な装置となってしまう。

【0004】 そこで、1枚のCCDの各画素に各色フィルタを適当に配置し、各画素で異なる色情報を有する画像情報を取得する単板式のデジタルカメラが安価な装置として普及している。この場合、空間的補間処理などの後処理により各画素で3色の色情報を有する画像情報を推定している。

【0005】 単板式の撮像装置における色情報補間の最も基本的な方法としては、補間画素近傍の画素情報からの線形補間が用いられるが、この補間処理は画像情報が補間に用いる画素間で緩やかに変化している場合を仮定した処理であるため、画像のエッジ部などの高空間周波数成分を多く含む領域では、偽色を発する結果となる。このような不具合を改善する画像情報の推定方法がいくつか提案されている。

【0006】 第1は、画像のエッジや特定の画像構造を認識して画像構造に応じて適応的に処理方法を変えることで、一般に推定誤差の大きくなる構造にも対応するものである。例えば特開平6-303617号公報では、推定画素近傍の輝度変化に応じて3種類の補間方法を切り替えて用いている。また、特開昭61-501423号公報では、予め用意したパターンと推定画素近傍画像とのマッチングにより補間方法を切り替えるようにしている。

【0007】 また、3色の色情報間の相関を利用する推定方法も提案されている。例えば特開平5-56446号公報では、各色について低空間周波数成分間で高い相関があると見なして、取得色情報×(低空間周波数成分の推定色/低空間周波数成分の推定画素における取得色情報)から推定色情報を求めている。また、特開平4-502096号公報では、高空間周波数でサンプリングされた第一の色情報の変化に応じて、推定画素近傍からの線形補間により推定を行なっている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 上記した従来の技術はいずれも、画像構造に依存した適応的推定方法として、推定すべき画像信号の局所領域に関する空間的相関情報を用いた推定方法は提案していない。

【0009】 したがって、本発明の画像処理装置は、推定すべき画像信号の局所領域に関する空間的相関情報を用いて画像構造に依存した適応的推定を行なうことにより、任意の構造の画像に対して最適な推定を行なうこと

ができる画像処理装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、第1の発明に係る画像処理装置は、画像信号を生成する撮像装置に関する情報に基づき、推定すべき画像信号の位置を決定する推定位置決定手段と、この推定位置決定手段から得られた上記画像信号の位置を包含する所定サイズの局所領域を抽出する領域抽出手段と、この領域抽出手段から得られた局所領域に関する空間的相関情報を算出する空間的相関情報算出手段と、この空間的相関情報算出手段によって算出された空間的相関情報に基づき、上記推定位置決定手段から得られた上記画像信号の位置に対応する画像信号を推定する画像信号推定手段とを具備する。

【0011】また、第2の発明に係る画像処理装置は、第1の発明に係る画像処理装置において、上記領域抽出手段から得られた局所領域に関する構造情報を抽出する構造情報抽出手段と、この構造情報抽出手段で抽出された構造情報に基づき、上記空間的相関情報算出手段による空間的相関情報算出の方法を変更する変更手段とをさらに具備する。

【0012】また、第3の発明に係る画像処理装置は、複数の色信号からなる画像信号を生成する撮像装置に関する情報に基づき、推定すべき画像信号の位置を決定する推定位置決定手段と、この推定位置決定手段から得られた上記画像信号の位置を包含する所定サイズの局所領域を複数の色信号を含む画像信号から抽出する領域抽出手段と、この領域抽出手段から得られた局所領域に関する空間的相関情報を算出する空間的相関情報算出手段と、上記領域抽出手段から得られた局所領域に関する色相関情報を算出する色相関情報算出手段と、上記空間的相関情報算出手段によって算出された空間的相関情報と上記色相関情報算出手段から算出された色相関情報に基づき、上記推定位置決定手段から得られた上記画像信号の位置に対応する画像信号を推定する画像信号推定手段とを具備する。

【0013】すなわち、第1の発明に係る画像処理装置は、まず、画像信号を生成する撮像装置に関する情報に基づき、推定位置決定手段によって推定すべき画像信号の位置を決定し、上記推定位置決定手段から得られた上記画像信号の位置を包含する所定サイズの局所領域を領域抽出手段によって抽出する。次に、この領域抽出手段から得られた局所領域に関する空間的相関情報を空間的相関情報算出手段によって算出し、算出された空間的相関情報に基づき、上記推定位置決定手段から得られた上記画像信号の位置に対応する画像信号を画像信号推定手段によって推定するようにする。

【0014】また、第2の発明に係る画像処理装置は、第1の発明に係る画像処理装置において、上記領域抽出手段から得られた局所領域に関する構造情報を構造情報

抽出手段によって抽出し、抽出された構造情報に基づき、上記空間的相関情報算出手段による空間的相関情報算出の方法を変更手段によって変更するようにする。

【0015】また、第3の発明に係る画像処理装置は、まず、複数の色信号からなる画像信号を生成する撮像装置に関する情報に基づき、推定位置決定手段によって推定すべき画像信号の位置を決定し、上記推定位置決定手段から得られた上記画像信号の位置を包含する所定サイズの局所領域を複数の色信号を含む画像信号から領域抽出手段によって抽出する。次に、この領域抽出手段から得られた局所領域に関する空間的相関情報を空間的相関情報算出手段によって算出するとともに、上記領域抽出手段から得られた局所領域に関する色相関情報を色相関情報算出手段によって算出し、上記空間的相関情報算出手段によって算出された空間的相関情報と上記色相関情報算出手段から算出された色相関情報に基づき、上記推定位置決定手段から得られた上記画像信号の位置に対応する画像信号を画像信号推定手段によって推定するようにする。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の一実施形態を詳細に説明する。図1は本発明の第1実施形態が適用される画像処理システムを示す図であり、単板式デジタルカメラ4と、画像処理装置19とからなる。単板式デジタルカメラ4は、レンズ1と、単板式のCCD3と、このCCD3に対してモザイク状に配置された分光感度の異なる3種類(R, G, B)の色フィルタ2と、A/D変換装置5と、画像メモリ7と、ROM6とから構成されている。ここで、各R, G, Bの色フィルタ2は、図2に模式的に示すように、2×2画素の矩形領域にR, Bフィルタが各1画素づつ、Gフィルタが2画素含まれる単位構造が周期的に繰り返されて配置された構造を有する。

【0017】また、画像処理装置19は、撮像装置情報記憶装置9と、画像情報記憶装置10と、推定位置決定装置11と、領域抽出装置12と、相関範囲記憶装置13と、空間的相関情報算出装置14と、推定係数算出装置15と、推定係数範囲記憶装置16と、画像信号推定装置17と、補正画像記憶装置18とを具備する。

【0018】上記した構成において、被写体を単板式デジタルカメラ4により撮像して得られた画像情報は、CCD3から出力された後、A/D変換装置5によりデジタル画像情報に変換されて画像メモリ7に記憶される。画像メモリ7に記憶された画像情報は画像信号8として画像処理装置19内の画像情報記憶装置10に伝送されて記憶される。ここで、画像メモリ7に記憶された画像情報は、各画素が図2のフィルタ配置に対応した色情報のみを有する画像情報として画像情報記憶装置10に記憶される。

【0019】このとき、単板式デジタルカメラ4内部の

ROM6に記憶されている色フィルタ2の配置に関する情報も画像処理装置19内の撮像装置情報記憶装置9に伝送されて記憶される。

【0020】画像処理装置19は、単板式デジタルカメラ4により撮像された各画素R、G、Bに関する色フィルタ2のうちいずれかのフィルタに対応する色情報のみを有する画像情報を画像内の情報及び撮像装置に関する情報のみから推定することにより、全画素についてのR、G、Bの色情報を有する画像情報に補正する。色情報の推定は、G、B、Rの色順に、画像情報記憶装置10に記憶されている画像情報について順次行われる。

【0021】すなわち、推定位置決定装置11は、ROM6から読み出されて撮像装置情報記憶装置9に記憶された画像の推定色情報に対応する推定画素の位置を求める。推定位置は推定色情報の欠落した画素の位置を撮像装置情報記憶装置9に記憶されているフィルタ配置に関する情報より求める。例えば、推定色情報をGとすると推定位置はRもしくはBの色フィルタが配置された画素の位置となる。各推定色情報について画像内で求められた推定位置は全て推定位置決定装置11内部に記憶される。領域抽出装置12は後述する自己相関関数を計算する領域を求めて後述する領域抽出記憶装置に領域抽出画像として記憶する。

【0022】領域抽出装置12による領域抽出は以下のように行われる。すなわち、図3において、領域抽出演算装置25は、推定位置決定装置11により定められた推定画素の位置情報24と、相関範囲記憶装置13に予め記憶された相関範囲形状情報23とに基づいて、画像情報記憶装置10内に記憶された画像情報20から所定

$$R(i, j) = \exp \left\{ - \sqrt{(\alpha i)^2 + (\beta j)^2} \right\} \quad (1)$$

【0026】ここで、 i, j は画像の空間座標値、 α, β は定数である。最小自乗係数演算装置27は自己相関関数演算装置28により算出された自己相関関数と、関数形記憶装置27に記憶されている関数との自乗誤差が最小となるように(1)式における係数 α, β を定める。相関値演算装置30は最小自乗係数演算装置27により算出した係数 α, β を用いた(1)式から、相関関数の値を求め、順次出力する。

【0027】図1における推定係数算出装置15は、空

$$g(m, n) = \sum_{i \in D} \sum_{j \in D} c_{ij} f(m-i, n-j) \quad (2)$$

と表わされる。ここでDは $g(m, n)$ を推定するために用いる画像情報 $f(m, n)$ の空間座標の範囲(近傍領域)、 c_{ij} は推定画像情報の空間座標から相対的に座標値が m, n 方向にそれぞれ i, j に位置する画像情報 $f(m-i, n-j)$ の推定係数を示す。このとき、推定

$$Err = \sum_{m \in A} \sum_{n \in A} \left\{ f(m, n) - \sum_{i \in D} \sum_{j \in D} c_{ij} f(m-i, n-j) \right\}^2 \quad (3)$$

と表わされる。ここで、Aは領域抽出画像の範囲に対応

の領域抽出画像を抽出して領域抽出記憶装置26に記憶する。

【0023】このときの領域抽出画像は推定位置を中心とする画像情報記憶装置10内に記憶された画像情報の相関範囲形状に対応する画像情報となる。また、画像情報記憶装置10内に記憶された画像情報の領域抽出画像内で推定色情報を持たない画素については、領域を抽出する前に予め推定色情報を持つ近傍領域の画素情報を用いて簡易的な線形補間等の補間処理により推定色情報を求め、領域抽出画像内で全ての画素が推定色情報を持つ画像とする。すなわち図3において、画像情報記憶装置10に記憶された画像情報20のうち、G成分が欠落している部分の画素をGの色情報を有する近傍画素からの補間画素(G^*)22で補間して得られる補間画像21において、推定画素位置の座標を (i, j) 、相関範囲形状を 3×3 の矩形領域とすると、領域抽出画像は図3に示す領域の画像として領域抽出記憶装置26に記憶される。

【0024】図1に示す空間的相関情報算出装置14は、領域抽出装置12により得られた領域抽出画像の自己相関関数を算出して、予め記憶された関数形に最小自乗近似して出力する。すなわち、図4において、自己相関関数演算装置28において領域抽出装置12により得られた領域抽出画像の自己相関関数が算出されて最小自乗係数演算装置27に入力される。また、関数形記憶装置27には次式で表わされる指数関数等の統計的な画像の自己相関関数を近似可能な関数形が記憶されている。

【0025】

【数1】

空間的相関情報算出装置14により算出された相関係数の値を用いて自己回帰モデルに基づく画像情報推定式

(2)の係数 C_{ij} を算出する。この自己回帰モデルは、推定画像情報が近傍画像情報の線形和で表わされるとしたモデルであり、空間座標 (m, n) における正しい画像情報 $f(m, n)$ の推定値 $g(m, n)$ は、

【0028】

【数2】

値 $g(m, n)$ と正しい画像 $f(m, n)$ との自乗誤差 Err は、

【0029】

【数3】

する。自乗誤差 Err を最小にする推定係数 c_{ij} は Err を

c_{ij} で偏微分することにより近似的に、
【0030】

【数4】

$$\sum_{i \in A} \sum_{j \in A} c_{ij} R(i-p, j-q) = R(p, q) \quad (4)$$

の関係を満たす。ここで、 $R(p, q)$ は次式で定義される自己相関関数である。

$$R(p, q) = \sum_{m \in A} \sum_{n \in A} f(m, n) f(m-p, n-q) \quad (5)$$

【0031】ここで、 $R(i-p, j-p)$ 、 $R(p, q)$ は空間的相関情報算出装置14により算出される既知の値であるから、式(4)は、推定係数 c_{ij} を未知数とする連立方程式となる。推定係数算出装置15は、推定係数範囲記憶装置16に記憶された近傍領域Dの情報を用いて(4)式の関係から推定係数 c_{ij} を算出する。

【0032】図1における画像信号推定装置17は、推定係数算出装置15により算出された推定係数 c_{ij} を用いて式(2)で表わされる自己回帰モデルの画像情報 $f(m, n)$ の推定値 $g(m, n)$ を算出する。

【0033】図1における補正画像記憶装置18は、画像信号推定装置17により順次算出された推定色情報の各推定位置の推定画像情報を順次記憶する。そして、領域抽出装置12による領域抽出画像の決定から推定画像情報の補正画像記憶装置18への記憶までの処理をG、B、Rの色情報について全推定位置で行い、全ての画素をRGB色情報を有する画像情報として補正画像記憶装置18に記憶する。なお、上記した第1実施形態の構成

$$I = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$X = (c + 2f + i) \quad (a + 2d + g)$$

$$Y = (g + 2h + i) - (a + 2b + c) \quad (6)$$

【0036】ここで、 $a \sim i$ は図6に示す領域抽出画像の画素位置における画素値を表わし、 X 、 Y はそれぞれ x 方向、 y 方向の微分値に相当する。エッジ強度 I は用いる画像の濃度レンジに応じて0~1に正規化される。任意の形状の領域抽出画像についても適当にエッジ強度 I を再定義することにより、エッジ強度 I の算出が可能である。

【0037】図5に示す空間的相関情報算出装置14は

$$\alpha' = \alpha (PI + 1)$$

$$\beta' = \beta (QI + 1)$$

(7)式の補正により α 、 β は、エッジ部では $I=1$ となり、それぞれ P 、 $Q\%$ 増加される。補正された係数 α' 、 β' を用いて相関値演算装置30により相関値が計算される。以下第1実施形態と同様の処理により推定画像情報が求められ、補正画像記憶装置18に記憶される。

【0039】なお、上記した第2実施形態の構成は、各種変形、変更が可能である。例えば X 、 Y の値を用いてエッジ強度のみならずエッジの方向をも算出し、相関関

は、各種変形、変更が可能である。例えばデジタルカメラのフィルタはストライプ状に配置してもよく、また、原色系の分光特性を有するもの以外にCMYの補色系のものを用いてもよい。さらに、RGBのようにフィルタの種類が3枚ではなく任意の枚数のフィルタからなるものについても適用可能である。

【0034】図5は本発明の第2実施形態が適用される画像処理システムの構成を示す図である。図5において、領域抽出装置12により第1実施形態と同様の方法で抽出された領域抽出画像は領域抽出装置12内の領域抽出記憶装置26から図5における構造情報抽出装置31に読み込まれる。構造情報抽出装置31は、領域抽出画像のエッジ強度 I を算出する。エッジ強度 I は領域抽出画像を 3×3 画素の矩形画像とすると、次式で定義される。

【0035】

【数5】

図7に示すような構成を有する。第1実施形態と同様に、最小自乗係数演算装置29により相関関数の関数形の係数 α 、 β を算出する。最小自乗係数補正装置32はこの係数 α 、 β を、構造情報抽出装置31により算出された抽出領域のエッジ強度 I と、補正係数記憶装置33に予め記憶された補正係数 P 、 Q とを用いて次式により α' 、 β' に補正する。

【0038】

(7)

数の補正を行うことも可能である。また、エッジの強度、向きなどに応じて相関関数の算出方法を選択することも可能である。

【0040】図8は本発明の第3実施形態が適用される画像処理システムの構成を示す図である。図8において、構造情報抽出装置31は上記した第2実施形態と同様の方法により領域抽出装置12により抽出された領域抽出画像のエッジ強度 I を算出する。推定方法切り替え装置33は、構造情報算出装置31により算出されたエ

ッジ強度 I の値から推定位置における画像情報の推定方法を選択する。すなわち、

$$I > T$$

の場合は推定方法として第一の推定方法を選択する。また、

$$I \leq T$$

の場合は第二の推定方法を選択する。 T は実験的に予め定めた定数である。

【0041】第一の推定方法は上記した第1実施形態と同様の自己回帰モデルに基づき、領域抽出画像の自己相

$$g(m, n) = \sum_{i \in E} \sum_{j \in E} f(m+i, n+j) / 8 \quad (8)$$

【0043】ここで、 E は (m, n) を中心とする (m, n) 以外の 3×3 の矩形領域を表わす。簡易線形補間装置 35 で (8) 式により算出された推定画像情報は、補正画像記憶装置 18 に記憶される。

【0044】なお、上記した第3実施形態の構成は、各種の変形、変更が可能である。例えば、第二の画像信号の推定方法は、線形補間に基づく方法に限らず目的に応じて任意の方法を用いることができる。また、切り替え可能な推定方法の数は2つに限らず複数の推定方法を用意することで複数の切り替え方法が選択可能となる。また、切り替え方法は、構造解析によるものに限らず、処理装置にマニュアルで設定することも可能である。

【0045】図9は本発明の第4実施形態が適用される画像処理システムの構成を示す図である。図9において、上記した第1実施形態と同様の方法により領域抽出装置 12 により抽出された領域抽出画像は構造情報抽出装置 31 により解析される。

【0046】図10は構造情報抽出装置 31 の構成を示す図である。図10において、パターン記憶装置 38 には領域抽出画像と同サイズのパターン画像が予め数十種類記憶されている。パターンマッチング演算装置 39 はこのパターン画像を用いて、領域抽出装置 12 内の領域抽出記憶装置 26 からの領域抽出画像とのパターンマッチングを行う。そして、パターンマッチング演算装置 39 において算出された相関領域画像とパターン画像との類似度を類似度評価演算装置 40 にて評価値として算出する。

【0047】図9におけるメモ리카ード 36 には、パターン画像の種類に対応して、推定係数がテーブルデータとして与えられている。メモ리카ード 36 に記憶されている推定係数は、予め構造情報抽出装置 31 に記憶されているパターン画像について上記した第1実施形態と同様の処理により計算された自己相関関数から算出された値である。

【0048】推定係数選択装置 37 は構造情報抽出装置 31 により解析された領域抽出画像と類似する数種類のパターン画像に対応する推定係数をメモ리카ード 36 内のテーブルデータより読み出し、読み出した推定係数を

関関数情報を用いて画像情報を推定する方法である。また、第二の推定方法は簡易線形補間装置 35 により、予め定められた補間位置近傍の画素情報の線形和として補間位置の画素情報を推定するものである。推定位置の推定画素情報 $g(m, n)$ は、推定位置を中心とする 3×3 の領域内の画像情報 $f(m, n)$ の平均値として次式で算出される。

$$【0042】$$

$$【数6】$$

類似度評価演算装置 40 により算出された評価値を用いて算出する。画像信号推定装置 17 は推定係数選択装置 37 により算出された推定係数を用いて上記した第1実施形態と同様の方法により推定画像情報を求め、補正画像記憶装置 18 に記憶する。

【0049】なお、上記した第4実施形態の構成は、各種変形、変更が可能である。例えば、メモ리카ード 36 内のテーブルデータは、領域抽出画像のパターンに対応した推定係数を与えるのではなく、相関関数の関数形のパラメータに対応した推定係数を与えるものとすることも可能である。また、メモ리카ード 36 は、被撮影画像の種類に応じて入れ替え可能か、もしくは複数の異なるテーブルデータを保存しておき被撮影画像の種類に応じて選択可能とする。

【0050】以下に本発明の第5実施形態を説明する。上記した第1実施形態における推定位置決定装置 11 は、第5実施形態では、一画素のみではなく 5×5 の矩形の推定領域を定めるものとする。推定領域の決定は、推定領域内に含まれる画素が重複しないように RGB 各色の情報について画像内全体について行われる。

【0051】領域抽出装置 12 は、推定領域を中心とする 10×10 の矩形領域を画像情報から領域抽出画像として抽出する。空間的相関情報算出装置 14 及び推定係数算出装置 15 は第1実施形態と同様の処理を行い、画像信号推定装置 17 は内部の制御装置により推定領域内の推定色情報の欠落した画素についてのみ、推定係数算出装置 15 により算出された推定係数を用いて画像情報を推定し、補正画像記憶装置 18 に記憶する。

【0052】なお、上記した第5実施形態は、各種変形、変更が可能である。例えば、推定領域は予め定めた領域ではなく、第2実施形態と同様の構造情報抽出装置 31 により推定係数が一定とみなせる領域を推定して推定領域とすることも可能である。この場合、領域抽出装置 12 により抽出された領域抽出画像を構造情報抽出装置 31 により解析し、推定位置決定装置 11 により推定領域を定める。それ以降の処理は上記した第5実施形態と同様である。

【0053】図11は本発明の第6実施形態が適用され

る画像処理システムの構成を示す図である。図11において、構造情報抽出装置31は上記した第1実施形態と同様の方法により領域抽出装置12によって抽出された領域抽出画像の微分画像を作成する。相関領域抽出装置41は自己相関関数の値が一定とみなせる領域を推定し、新たに相関領域画像として抽出する。領域抽出装置12において抽出される領域抽出画像は、予め定めた矩形領域画像とする。相関領域抽出装置41は、領域抽出装置12により抽出された領域抽出画像の微分画像を作成し、微分画像濃度の分布の類似性から自己相関関数が一定とみなせる領域を推定する。推定された位置の集合を包含するような矩形領域を新たに相関領域画像とする。以降は上記した第1実施形態と同様の方法により相関領域画像を用いて画像情報を推定し、補正画像記憶装置18に記憶する。

【0054】なお、上記した第6実施形態の構成は、各種変形、変更が可能である。例えば、相関領域画像の作成方法は微分画像に基づく方法に限られず、実際に抽出領域画像の相関関数を計算し、その類似性から相関領域を定めることも可能である。

【0055】図12は本発明の第7実施形態が適用される画像処理システムの構成を示す図である。図12において、推定位置選択装置100は、上記した第1実施形態と同様の方法により推定位置決定装置11により定められた推定位置のうち、画像を予め定めた矩形領域に分割した推定領域の中心点に最も近い位置のみを選択する。推定位置選択装置100により選択された選択推定位置における自己相関関数の関数形の係数を空間的相関情報算出装置14により算出する。以上の処理を画像全体について行い、全ての選択推定位置における相関関数の関数形の係数を求め、相関係数記憶装置42に記憶する。

【0056】空間的相関情報補間装置43は、記憶された選択推定位置における相関関数の関数形の係数を用いて、全ての位置における相関関数の関数形の係数を補間演算により推定する。補間演算は推定位置を囲む3つの選択位置における相関係数を用いることを基本として補間演算を行なう。相関関数の関数形の係数を求めた各推定位置について上記した第1実施形態と同様の方法により画像情報を推定し、補正画像記憶装置18に記憶する。

【0057】なお、上記した第7実施形態の構成は、各種変形、変更が可能である。例えば、推定位置選択装置

$$Y(m,n) = \sum_{c \in \{r, g, b\}} \beta_c f_c(m,n)$$

と表わされるものとなる。

【0063】ブロックI/O部48は、色成分マスクバッファ55への情報伝送が完了した後、色成分マスクバッファ55の情報をを用いた制御装置52の制御により部分ブロック画像 $g_c(m,n)$ ($c=r, g, b$) を画

100は、予め定めた矩形領域より選択推定位置を選択するのではなく、上記した第2実施形態と同様の構造情報抽出装置31により解析した画像から相関関数が一定とみなせる領域を推定して定めることも可能である。また、選択推定位置における相関関数の関数形の係数から他の位置の相関関数の関数形の係数を補間するのではなく、選択推定位置における推定係数から他の位置の推定係数を補間することも可能である。

【0058】図13は本発明の第8実施形態が適用される画像処理システムの構成を示す図である。図13において、本発明の画像処理装置65は、図2に示すような配置のR、G、Bの色フィルタを有する単板式デジタルカメラ44で撮像された画像情報と、コンピュータ45内部に記憶された単板式デジタルカメラ44のフィルタ配置情報より輝度信号を生成する。

【0059】単板式デジタルカメラ44により撮像された画像情報 $g(m,n)$ は、カラー画像入力端子46を経由し、画像処理装置65内の画像メモリ47に伝送、記憶される。また、画像情報 $g(m,n)$ が画像メモリ47へ記憶されると同時に、コンピュータ45に予め記憶された単板式デジタルカメラ44のフィルタ配置情報が、色成分マスク $H_c(m,n)$ ($c=r, g, b$) に関する情報としてマスク情報入力端子54を経由して色成分マスクバッファ55に伝送、記憶される。

【0060】色成分マスクバッファ55はR成分マスクバッファ55a、G成分マスクバッファ55b、B成分マスクバッファ55cから構成されており、それぞれ対応する色成分のマスク情報が記憶される。色成分マスク $H_c(m,n)$ は、単板式デジタルカメラ44の画素位置 (m,n) の色フィルタがマスクの色成分 c の場合は1、その他の色成分の場合は0の値を持つ。

【0061】図14に図2のフィルタ配置に対応する色成分マスク $H_r(m,n)$ 、 $H_g(m,n)$ の例を示す。またマスク情報の伝送と同時に予めコンピュータ45内に記憶されている輝度信号演算係数 β_c ($c=r, g, b$) がマスク情報入力端子54を経由して画像処理装置65内の輝度ウエイトバッファ56に伝送、記憶される。輝度 $Y(m,n)$ は、輝度信号演算係数 β_c と、各画素においてR、G、B全色情報を有する画像情報 $f_c(m,n)$ ($c=r, g, b$) とを用いて、

【0062】

【数7】

(9)

像メモリ47内の画像情報 $g(m,n)$ からブロックバッファ49へ書き込む。ブロックバッファ49はR成分ブロックバッファ49a、G成分ブロックバッファ49b、B成分ブロックバッファ49cから成り、各色成分ブロックバッファには、各色成分ブロックバッファの色

成分に対応する色情報を有する画素以外の $g(m, n)$ を0とした色成分ブロック画像 $g_c(m, n)$ が記憶される。画像メモリ内の画像情報 $g(m, n)$ は色成分マスク $H_c(m, n)$ 及び色成分画像 $f_c(m, n)$ を用

$$g(m, n) = \sum_{c \in r, g, b} H_c(m, n) f_c(m, n) \quad (10)$$

と表わされる。

【0065】以上の処理により、単板式デジタルカメラ44及びコンピュータ45から画像処理装置65への情報伝送が完了し、以下、制御装置52による制御のもとで輝度信号推定処理が各画素ごとに順次行われる。輝度

$$Y(m, n) = \sum_{i, j \in D} c_{ij} g(m-i, n-j) \quad (11)$$

【0067】ここではDは $Y(m, n)$ を推定するために用いる画像メモリ内の画像情報 $g(m, n)$ の空間座標の範囲（近傍領域）、 c_{ij} は推定画像情報の空間座標から相対的に座標値が m, n 方向にそれぞれ i, j に位置する画像情報 $g(m-i, n-j)$ の推定係数を示

$$Err = \sum_{m, n \in A} \{Y(m, n) - \sum_{i, j \in D} c_{ij} g(m-i, n-j)\}^2 \quad (12)$$

と表わされる。Errを最小にする C_{ij} はErrを C_{ij} で偏微分することにより

$$\sum_{m, n \in A} Y(m, n) g(m-i, n-j) = \sum_{k, l \in D} C_{kl} \sum_{m, n \in A} g(m-k, n-l) g(m-i, n-j) \quad (13)$$

の関係を満たす。ここで、(9)式、(10)式を(13)式の左辺に代入することにより、

$$\begin{aligned} \sum_{m, n \in A} \sum_{c \in r, g, b} \beta_c f_c(m, n) \sum_{c \in r, g, b} H_c(m-i, n-j) f_c(m-i, n-j) \\ = \sum_{k, l \in D} C_{kl} \sum_{m, n \in A} g(m-k, n-l) g(m-i, n-j) \end{aligned} \quad (14)$$

を得る。

【0069】(14)式より、近似的に c_{kl} を求め、(11)式より、輝度信号 $Y(m, n)$ を推定する。まず、制御装置52は輝度推定の推定画素の位置を定め

マスク相関計算装置57は、色成分マスクバッファ55の情報をを用いた制御装置52の制御により、R、G、Bの重複しない組み合わせ $\{p, q\}$ ($p, q \in r, g, b$) に対して、部分ブロック画像と同じ領域Aにおいてマスク色間相互相関

$$R_{pq}^h(i, j) = \sum_{m, n \in A} H_p(m, n) H_q(m-i, n-j) \quad (15)$$

を計算し $R_{pq}^h(i, j)$ がゼロとならない座標値 (i, j) 、及び相関値 $R_{pq}^h(i, j)$ 、とからなる集合 S_{pq}

$$S_{pq} = \{(i, j, R_{pq}^h(i, j)) \mid R_{pq}^h(i, j) \neq 0\} \quad (16)$$

を計算し、記憶する。例えば、単板式デジタルカメラ44のR成分マスク $H_r(m, n)$ とG成分マスク H_g

いて、

【0064】
【数8】

信号 $Y(m, n)$ は、ARモデルを拡張した次式により推定される。

【0066】
【数9】

す。このとき、(11)式による推定値と正しい輝度成分 $Y(m, n)$ との所定の領域Aにおける自乗誤差Errは、

【0068】
【数10】

る。

【0070】
【数11】

(m, n) が図14に示すような 5×5 画素の矩形領域の場合、RG色間相互相関 $R_{rg}^h(i, j)$ は図15の

ようになり、 S_{pq} は、 $S_{pq} = \{(-2, -1, 4), (-2, 1, 4), (-1, -2, 4), (-1, 0, 6), (-1, 2, 4), (0, -1, 6), (0, 1, 6), (1, -2, 4), (1, 0, 6), (1, 2, 4), (2, -1, 4), (2, 1, 4)\}$ となる。また、マスク相関計算装置 57 は、各色成分マスク $H_c(m, n)$ の値が 1 である数、すなわち対応する色フィルタを有する画素数 α_c を記憶する。例えば図 14 に示した R 成分マスク $H_r(m, n)$ と G 成分マスク $H_g(m, n)$ の場合、 α_r は 9、 α_g は 12 となる。

【0071】色間相関計算装置 50 は部分色間相関計算部 51、相関値補間部 53、相関関数パラメータ記憶部

$$R'_{pq}(i, j) = \sum_{m, n \in A} g_p(m, n) g_q(m-i, n-j) \quad (17)$$

【0074】ここで、 $g_p(m, n)$ 、 $g_q(m-i, n-j)$ は色フィルタの対応していない画素における情報の欠落があるため、一般には次式で定義される相関値

$$R_{pq}(i, j) = \sum_{m, n \in A} f_p(m, n) f_q(m-i, n-j)$$

とは一致しない。ただし、 $f_p(m, n)$ 、 $f_q(m-i, n-j)$ は、それぞれ全画素において色情報 p, q を有する画像情報を表わす。そこで、部分色間相関計算部 51 は、マスク相関計算装置 57 で計算された集合 S_{pq} を用いることにより $R'_{pq}(i, j)$ を補正し、 $R_{pq}(i, j)$ の推定値を算出する。集合 S_{pq} に含まれる点の座標 (i, j) は $R^h_{pq}(i, j)$ がゼロとならない座標値であるから、(17) 式の右辺には 0 にならない項 $g_p(m', n') g_q(m'-i, n'-j)$ が存在し、その値は正しい相関値を与える (18) 式における項の値 $f_p(m', n') f_q(m'-i, n'-j)$

$$R''_{pq}(i, j) = R'_{pq}(i, j) R^h_{pq}(i, j) / R^h_{pq}(i, j) \quad (19)$$

また、画像メモリ 47 内の画像情報 $g(m, n)$ を用いて、

$$\sum_{m, n \in A} g(m, n) g(m-i, n-j)$$

を計算して内部に記憶する。

【0078】相関値補間部 53 は部分色間相関計算部 51 において計算、補正された相関関数 $R''_{pq}(i, j)$ の補間を行い、近似相関関数として出力する。 $R''_{pq}(i, j)$ は、画素情報の欠落した画像間の自己相関

であるため、図 16 に示すように離散的な位置にのみデータを有する。相関値補間部 53 は、相関関数パラメータ記憶部 52 に記憶されている近似関数形、及びそのパラメータを用いて相関関数 $R''_{pq}(i, j)$ を既知の関数形に最小自乗近似する。近似された $R''_{pq}(i, j)$ は

$$\sum_{p, q \in r, g, b} \alpha_p \beta_q R''_{pq}(i, j)$$

【0081】相関値バッファ 59 は、部分色間相関計算部 51 において算出された (20) 式、及び相関値加算部 58 において算出された (21) 式の値を記憶する。

52 から構成されている。部分色間相関計算部 51 は各色成分ブロックバッファ 49a、49b、49c から制御装置 52 の制御により各色成分の所定領域 A の部分画像を読み込み、R、G、B の重複しない組み合わせ

【0072】

【数 12】

$$(p, q) \quad (p, q \in r, g, b)$$

に対して、次式で定義される部分画像間の相互相関 $R'_{pq}(i, j)$ を計算する。

【0073】

【数 13】

$R_{pq}(i, j)$ 、

【0075】

【数 14】

(18)

$j)$ と一致する。ただし、そのような項はブロックの全画素数に対し、集合 S_{pq} の (i, j) に対応する項に限られる。

【0076】例えば図 15 に示した例の場合、(17) 式の 25 個の項に対して正しい値が得られる項は最大 6 項であり、その他の項は 0 となる。そこで (17) 式で得られる値 $R'_{pq}(i, j)$ と、正しい相関値 $R_{pq}(i, j)$ との比が近似的に全領域において 1 の値をもつマスク間の相関値 $R^h_{pq}(i, j)$ とマスク相関値 $R^h_{pq}(i, j)$ との比になると仮定し、 $R_{pq}(i, j)$ の推定値 $R''_{pq}(i, j)$ を次式より求める。

$$R''_{pq}(i, j) = R'_{pq}(i, j) R^h_{pq}(i, j) / R^h_{pq}(i, j) \quad (19)$$

【0077】

【数 15】

$$(k, l, i, j \in D) \quad (20)$$

相関値補間部 53 内部に記憶される。

【0079】補正係数算出装置 64 は相関値加算部 58、相関値バッファ 59、及び補正係数計算部 60 から成る。相関値加算部 58 はマスク相関計算装置 57 により算出された α_c 、輝度ウエイトバッファ 56 から得られた輝度信号演算係数 β_c 、及び相関値補間部 53 より得られた近似された $R''_{pq}(i, j)$ を用いて次式を計算、記憶する。

【0080】

【数 16】

(21)

補正係数計算部 60 は、相関値バッファ 59 に記憶された (20) 式、(21) 式の値を用いて、(14) 式を満たす c_{kl} を算出し、記憶する。ここで、(14) 式の

左辺において次式の近似、

【0082】

$$\sum_{m,n \in A} \sum_{c \in r,g,b} \beta_c f_c(m,n) \sum_{c \in r,g,b} H_c(m,i,n,j) f_c(m-i,n-j) \\ \approx \sum_{p,q \in r,g,b} \alpha_p \beta_q R_{pq}^*(i,j) \quad (22)$$

を用いた。

【0083】輝度成分復元装置61は画像メモリ47に記憶された画像情報 $f(m, n)$ と補正係数計算部60に記憶された補正係数 c_{kl} を用いて、(11)式から推定画素の輝度成分 $Y(m, n)$ を算出し、出力画像メモリ62に記憶する。

【0084】全ての画素について以上の処理が行われる。補正された画像は輝度画像出力端子63を経由して外部への読み出しが可能となる。なお、上記した実施形態は各種の変形、変更が可能である。例えば、推定画素は一画素ごとに行うとしたが、近似精度がよいと判断さ

$$g(m,n) = \sum_{c \in r,g,b} \sum_{k,l \in A} H_c(m,n,k,l) f_c(k,l) \quad (23)$$

とすることで、例えば色収差を含んだ画像の補正などにも適用できる。また、色間の相互相関は、観測画像から得られる情報を基に適当な関数形を当てはめるなどとして求めてもよい。また、対象の統計的性質があらかじめ判っている場合はそのような情報を利用することも有効である。

【0086】なお、上記した具体的実施形態には以下の構成を有する発明が含まれており、各発明に対応する実施形態と効果は次の通りである。

(1) 画像信号を生成する撮像装置に関する情報に基づき、推定すべき画像信号の位置を決定する推定位置決定手段と、この推定位置決定手段から得られた上記画像信号の位置を包含する所定サイズの局所領域を抽出する領域抽出手段と、この領域抽出手段から得られた局所領域に関する空間的相関情報を算出する空間的相関情報算出手段と、この空間的相関情報算出手段によって算出された空間的相関情報に基づき、上記推定位置決定手段から得られた上記画像信号の位置に対応する画像信号を推定する画像信号推定手段と、を具備することを特徴とする画像処理装置。

(2) 上記推定位置決定手段は、上記撮像装置の色フィルタの配置情報に基づき推定すべき画像信号の位置を決定することを特徴とする構成(1)に記載の画像処理装置。

(3) 上記領域抽出手段は、 n, m を2以上の整数とする $n \times m$ 画素のブロック領域を抽出することを特徴とする構成(1)または(2)に記載の画像処理装置。

(4) 上記空間的相関情報算出手段は、上記局所領域の自己相関関数に基づき上記空間的相関情報を算出することを特徴とする構成(1)～(3)のいずれか1つに記載の画像処理装置。

【数17】

れた場合はブロック全画素の輝度成分を求めることも可能である。また、個々の色間の相関を計算する方法としては様々な相関推定手法が利用可能であり、先見の情報を利用することも可能である。また、ここでは輝度信号の推定を行ったが特に輝度に限らず色信号の線形和で計算される任意の画像情報が復元可能である。また、この例では単板モザイク色フィルタCCDにより撮像された画像の補正を取り上げたが、

【0085】

【数18】

(5) 上記空間的相関情報算出手段は、上記局所領域の自己相関関数を指数関数で近似することに基づき上記空間的相関情報を算出することを特徴とする構成(1)～(4)のいずれか1つに記載の画像処理装置。

(6) 上記画像信号推定手段は、上記空間的相関情報算出手段から算出された空間的相関情報に基づき、上記領域抽出手段から得られた局所領域に関する推定係数を算出する推定係数算出手段を具備し、この推定係数算出手段は、自己回帰モデルに基づき上記局所領域の推定係数を算出することを特徴とする構成(1)～(5)のいずれか1つに記載の画像処理装置。

(7) 上記領域抽出手段から得られた局所領域に関する構造情報を抽出する構造情報抽出手段と、この構造情報抽出手段で抽出された構造情報に基づき、上記空間的相関情報算出手段による空間的相関情報算出の方法を変更する変更手段と、をさらに具備することを特徴とする構成(1)に記載の画像処理装置。

(8) 上記構造情報抽出手段は、明度情報に基づき上記構造情報を抽出することを特徴とする構成(7)に記載の画像処理装置。

(9) 上記構造情報抽出手段は、微分処理、パターンマッチに基づき上記構造情報を抽出することを特徴とする構成(7)に記載の画像処理装置。

(10) 画像信号を生成する撮像装置に関する情報に基づき、推定すべき画像信号の位置を決定する推定位置決定手段と、この推定位置決定手段から得られた位置を包含する所定サイズの局所領域を抽出する領域抽出手段と、この領域抽出手段から得られた局所領域に関する構造情報を抽出する構造情報抽出手段と、上記領域抽出手段から得られた局所領域に関する空間的相関情報から推定係数を算出し、上記推定位置決定手段から得られた上

記画像信号の位置に対応する画像信号を推定する第一画像信号推定手段と、上記領域抽出手段から得られた局所領域において、上記推定位置決定手段から得られた上記画像信号の位置に対応する他の画像信号又はその位置の周囲に位置する画像信号を用いて、上記画像信号の位置に対応する画像信号を推定する第二画像信号推定手段と、上記構造情報抽出手段で抽出された上記構造情報に基づき、上記第一画像信号推定手段と上記第二画像信号推定手段を切り換える切換手段と、を具備することを特徴とする画像処理装置。

(11) 上記第二画像信号推定手段は、上記領域抽出手段から得られた局所領域において、上記推定位置決定手段から得られた上記画像信号の位置の周囲の位置の画像信号からの線形補間、2次、高次関数による補間によって推定を行なうことを特徴とする構成(10)に記載の画像処理装置。

(12) 上記第二画像信号推定手段は、上記領域抽出手段から得られた局所領域において、上記推定位置決定手段から得られた上記画像信号の位置に対応する他の画像信号との相関により、上記画像信号を推定することを特徴とする構成(10)に記載の画像処理装置。

(13) 画像信号を生成する撮像装置に関する情報に基づき、推定すべき画像信号の位置を決定する推定位置決定手段と、この推定位置決定手段から得られた前記画像信号の位置を包含する所定サイズの局所領域を抽出する領域抽出手段と、この領域抽出手段から得られた上記局所領域に関する構造情報を抽出する構造情報抽出手段と、複数の所定の構造情報に対応する推定係数が保存された推定係数保存手段と、上記構造情報抽出手段から抽出された上記構造情報に基づき、上記推定係数保存手段から推定係数を選択する推定係数選択手段と、を具備することを特徴とする画像処理装置。

(14) 上記推定係数保存手段は、磁気ディスク、メモ리카ードなどの交換可能な記録媒体からなることを特徴とする構成(13)に記載の画像処理装置。

(15) 上記空間的相関情報算出手段から算出された上記空間的相関情報を上記推定位置決定手段から得られた複数の位置で共有して使用させる制御手段をさらに有することを特徴とする構成(1)～(6)のいずれか1つに記載の画像処理装置。

(16) 上記領域抽出手段から得られた上記局所領域に関する構造情報を抽出する構造情報抽出手段と、この構造情報抽出手段で抽出された構造情報に基づき、上記領域抽出手段から得られた局所領域から新たな局所領域を抽出する第二領域抽出手段と、をさらに具備することを特徴とする構成(1)～(6)のいずれか1つに記載の画像処理装置。

(17) 上記第二領域抽出手段は、自己相関関数が近似的に一定とみなせる領域を抽出することを特徴とする構成(16)に記載の画像処理装置。

(18) 画像信号を生成する撮像装置に関する情報に基づき、推定すべき画像信号の位置を決定する推定位置決定手段と、この推定位置決定手段から得られた複数の前記画像信号の位置を所定間隔以上で疎に再抽出する推定位置再抽出手段と、この推定位置再抽出手段から得られた前記画像信号の位置を包含する所定サイズの局所領域を抽出する領域抽出手段と、この領域抽出手段から得られた上記局所領域に関し、上記推定位置再抽出手段で再抽出された前記画像信号の位置に対応する上記局所領域の空間的相関情報を算出する空間的相関情報算出手段と、この空間的相関情報算出手段から算出された上記空間的相関情報に基づき、上記推定位置決定手段から得られた全ての前記画像信号の位置に関する空間的相関情報を補間する空間的相関情報補間手段と、この空間的相関情報補間手段によって補間された空間的相関情報に基づき、上記推定位置決定手段から得られた前記画像信号の位置に対応する画像信号を推定する画像信号推定手段と、を具備することを特徴とする画像処理装置。

(19) 複数の色信号からなる画像信号を生成する撮像装置に関する情報に基づき、推定すべき画像信号の位置を決定する推定位置決定手段と、この推定位置決定手段から得られた上記画像信号の位置を包含する所定サイズの局所領域を複数の色信号を含む画像信号から抽出する領域抽出手段と、この領域抽出手段から得られた局所領域に関する空間的相関情報を算出する空間的相関情報算出手段と、上記領域抽出手段から得られた局所領域に関する色相関情報を算出する色相関情報算出手段と、上記空間的相関情報算出手段によって算出された空間的相関情報と上記色相関情報算出手段から算出された色相関情報に基づき、上記推定位置決定手段から得られた上記画像信号の位置に対応する画像信号を推定する画像信号推定手段と、を具備することを特徴とする画像処理装置。

(20) 上記色相関情報算出手段は、上記所定サイズの局所領域に関する複数の色信号の空間的相関に対する先見的な情報を保持する先見の色相関情報保持手段を有することを特徴とする構成(19)に記載の画像処理装置。

(21) 上記色相関情報算出手段は、上記所定サイズの局所領域に関する複数の色信号の空間的相関情報をパラメータ表記された所定の関数に近似する関数近似手段を有することを特徴とする構成(19)に記載の画像処理装置。

(22) 上記領域抽出手段は、 n 、 m を2以上の整数とする $n \times m$ のブロック領域を抽出することを特徴とする構成(19)に記載の画像処理装置。

(構成(1)～(6)に対応する発明の実施の形態)これらの発明は上記した第1実施形態に対応する。すなわち、構成中の撮像装置は図1の単板式デジタルカメラ4に、推定位置決定手段は図1の推定位置決定装置11

に、領域抽出手段は図 1 の領域抽出装置 12 に、空間的
 1 相関情報算出手段は図 1 の空間的相関情報算出装置 14
 に、推定係数算出手段は図 1 の推定係数算出装置 15
 に、画像信号推定手段は図 1 の画像信号推定装置 17 に
 対応する。また、撮像装置の色フィルタの配置情報は撮
 像装置情報記憶装置 9 に記憶された図 2 の CCD 上の色
 フィルタ配置情報に対応し、 $n \times m$ 画素のブロック領域
 は 3×3 のブロック領域に対応する。

【0087】図 1 において、単板式デジタルカメラ 4 で
 撮像され、内部の画像メモリ 7 に記憶された画像情報は
 画像処理装置 19 内の画像情報記憶装置 10 に伝送、記
 憶される。これと同時に単板式デジタルカメラ 4 内部の
 ROM 6 に記憶されている単板式デジタルカメラ 4 の C
 CD 3 上に配置された色フィルタ 2 の配置情報が、撮像
 装置情報記憶装置 9 に伝送、記憶される。撮像装置情報
 記憶装置 9 に記憶されたフィルタ配置情報から、推定位
 置決定装置 11 により推定すべき色情報に対応する画像
 情報記憶装置 10 内の画像情報の全画素位置を算出、記
 憶する。記憶された一画素の位置について、領域抽出装
 置 12 により相関範囲記憶装置 13 に記憶された領域に
 応じて、画像情報記憶装置 10 から領域抽出画像を抽出
 する。空間的相関情報算出装置 14 は領域抽出画像に関
 する相関情報を算出し、推定係数算出装置 15 は相関情
 報を用いて、モデルに基づく画像信号を推定する推定式
 の推定係数を算出する。画像信号推定装置 17 は推定係
 数を用いて画像信号の推定値を算出し、補正画像記憶装
 置 18 に記憶する。以上の処置を推定位置決定装置 11
 内部に記憶された全ての推定位置について行うことによ
 り、全画像内で各画素が RGB 色情報を有する画像とし
 て補正画像記憶装置 18 に記憶される。

(構成 (1) ~ (6) の効果) 推定すべき画像信号の局
 所領域に関する空間的相関情報を用いて画像構造に依存
 した適応的推定を行なうようにしたので、任意の構造の
 画像に対して最適な推定を行なうことができる。例え
 ば、推定位置近傍の領域抽出画像の自己相関情報を用い
 て、自己回帰モデルによる画像情報推定を行うことによ
 り、推定の誤差が最少になるような推定係数を自動的に
 算出することができ、これによって、任意の画像構造に
 依存した画像処理を行なうことができる。

(構成 (7) ~ (9) に対応する発明の実施の形態) この
 発明には上記した第 2 実施形態が対応する。構成中の
 構造情報抽出手段は図 5 の構造情報抽出装置 31 に、変
 更手段は空間的相関情報算出装置 14 内の最小自乗係数
 補正装置 32 (図 7) にそれぞれ対応する。この発明で
 は、構造情報抽出装置 31 の解析により得られた推定位
 置近傍の画像構造に応じて、空間的相関情報算出装置 1
 4 により算出された相関係数を補正することにより、よ
 り正確な空間的相関情報を算出する。構造情報抽出装置
 31 は、領域抽出装置 12 により抽出された領域抽出画
 像のエッジ強度を解析する。空間的相関情報算出装置 1

4 内の最小自乗係数補正装置 32 は、領域抽出画像のエ
 ヅジ強度に従い最小自乗係数演算装置 29 (図 7) によ
 り算出された相関係数を補正する。補正はエッジ強度が
 大きいほど係数を大きくする。以下、第 1 の実施形態と
 同様の処理により画像情報を推定、記憶する。

(構成 (7) ~ (9) の効果) 空間的相関情報算出装置
 14 により算出された相関関数の形状は、領域抽出画像
 の補間処理や、関数形の近似のため必ずしも正確に求め
 ることができない。そこで、特に推定の難しいエッジ領
 域において相関関数の形状を、経験的に良好な結果が得
 られるように補正することで、より精度の高い推定がで
 きる。

(構成 (10) ~ (12) に対応する発明の実施の形
 態) この発明には上記した第 3 実施形態が対応する。構
 成中の第一画像信号推定手段は上記した自己回帰モデル
 に基づき領域抽出画像の自己相関関数情報を用いて画像
 情報を推定する手段に、第二画像信号推定手段は上記し
 た簡易線形補間装置 35 により予め定められた補間位置
 近傍の画素情報の線形和として補間位置の画素情報を推
 定する手段に、切替手段は上記した図 8 の推定方法切り
 替え装置 33 にそれぞれ対応する。

【0088】この発明では、構造情報抽出装置 31 の解
 析により得られた推定位置近傍の画像構造に応じて、平
 坦領域での簡易線形補間とエッジ領域での自己回帰モデ
 ルに基づく方法とを使いわけ、構造情報抽出装置 31
 は領域抽出装置 12 により抽出された領域抽出画像の構
 造を解析し、推定方法切り替え装置 33 において推定方
 法を選択するために用いるパラメータを算出する。推定
 方法切り替え装置 33 は、構造情報解析の結果から領域
 抽出画像のエッジ強度が所定の値よりも大きい場合に第
 一の画像信号推定手段、小さい場合に第二の画像信号推
 定手段を用いて画像信号を推定する。

(構成 (10) ~ (12) の効果) 領域抽出画像の構造
 に応じて画像信号推定方法を切り替えることにより、推
 定精度を維持しながら計算量の少ない画像信号推定を行
 なうことができる。例えば推定が容易な画像構造が平坦
 な領域では、計算量の多い自己回帰モデルに基づく推定
 方法を用いるのではなく、計算量の比較的少ない簡易線
 形補間装置 35 による推定を行なう。また、構造情報解
 析装置 31 により得られた情報を第一の画像信号推定方
 法の処理補正に組み込むか、もしくは第二の画像信号推
 定方法として用いることで、より高精度な推定が可能と
 なる。

(構成 (13)、(14) に対応する発明の実施の形
 態) この発明には上記した第 4 実施形態が対応する。構
 成中の推定係数保存手段は図 9 のメモ리카ード 36 に、
 推定係数選択手段は推定係数選択装置 37 にそれぞれ対
 応する。この発明では、上記した第 1 実施形態において
 計算量の多い推定係数の演算を予め複数の所定のパター
 ンについて求めておき、推定位置近傍の画像構造と推定

係数のテーブルを作成、記憶しておく。画像情報の推定の際にこのテーブル情報を利用することで演算を高速化させる。図9の構造情報抽出装置31は、領域抽出画像とパターン記憶装置38内に記憶された所定のパターン画像とのパターンマッチング演算を行ない、類似度を評価する。そして、類似度の高いパターンに対応する推定係数をメモリカード36に記憶されているテーブルデータより求め、類似度の評価値に基づく適当な重みづけにより推定係数を算出する。求めた推定係数を用いて画像信号推定装置17により画像信号を推定し、補正画像記憶装置18に記憶する。

(構成(13)、(14)の効果) 複数の所定の構造情報に対応する推定係数を保存しておくことで、領域抽出画像からの推定係数を算出するための演算を行なうことなく推定係数を求めることができる。このように計算量の多い演算部分を予め所定の画像についてのみ演算してテーブルデータとして保存しておくことで、実際の処理の際にはテーブルデータを用いて計算量を削減することができる。

(構成(15)～(17)に対応する発明の実施の形態) この発明には、上記した第6実施形態が対応する。構成中の第二領域抽出手段は図11の相関領域抽出装置41に対応する。この発明では、ARモデルがよく成り立つ推定位置近傍の領域を推定して相関領域を定めることで、効率的に高精度な画像情報の推定を行う。図11の構造情報抽出装置31は領域抽出画像の微分画像を作成し、相関領域抽出装置41により微分値がほぼ一定の領域を相関値も一定の領域と推定して相関領域とする。相関領域の自己相関関数を空間的相関情報算出装置14により求め、以下、上記した第1実施形態と同様の処理により画像信号の推定記憶を行なう。

(構成(15)～(17)の効果) 相関領域抽出装置41により、相関が一定とみなせる領域で推定係数を算出することにより、より精度の高い推定を行なうことができる。また、計算量の多い推定係数算出の演算過程において適切な相関領域を設定することで計算量の削減が可能となる。

(構成(18)に対応する発明の実施の形態) この発明には、上記した第7実施形態が対応する。構成中の推定位置再抽出手段は推定位置選択装置100に、空間的相関情報補間手段は空間的相関情報補間装置43にそれぞれ対応する。

【0089】この発明では、上記した第1実施形態のように一画素ごとに推定位置の相関係数を実際に相関をとることにより求めるのではなく、適当なサンプル位置についてのみ相関計算から相関係数を求め、サンプル位置間における相関係数はサンプル位置における相関係数からの補間演算により求める。これは、相関関数の形状は大部分空間的に連続的に変化しているという推定に基づく。補間によって相関係数を求めることにより、計算量

を削減できる。推定位置選択装置100は、予め定められた画像情報の複数の所定の位置のうち最も近くに位置する推定位置を選択し、選択位置として保存する。領域抽出手段は全ての選択位置について空間的相関情報算出装置14により相関関数の関数形の係数を算出し、相関係数記憶装置42に記憶する。空間的相関情報補間装置43は、相関係数記憶装置42に記憶された推定位置における相関関数の関数形の係数から画像内全ての推定位置における相関関数の関数形の係数を補間により求める。以下第1の実施形態と同様の処理により画像信号を求め、補正画像記憶装置18に記憶する。

(構成(18)の効果) 推定すべき画像信号の複数の位置を所定間隔以上で疎に再抽出し、この再抽出された位置のみに対応する局所領域の空間的相関情報を算出し、全ての位置に関する空間的相関情報を補間している。すなわち、相関関数の関数形の係数を推定位置選択装置100により選択された選択位置についてのみ求め、他の推定位置における相関関数の関数形の係数を選択位置における相関関数の関数形の係数からの補間演算により求めることにより、計算量を削減することができる。

(構成(19)～(22)に対応する発明の実施の形態) この発明には、上記した第8実施形態が対応する。構成中の補正位置決定手段は図13の制御装置52に、領域抽出手段は図13の制御装置52と部分色間相関計算部51に、色相関情報算出手段は図13の色間相関計算装置50にそれぞれ対応する。補正係数算出手段は図13の補正係数算出装置64に対応する。画像信号補正手段は図13の輝度成分復元装置61に対応する。先見の色相関情報保持手段は図13の相関関数パラメータ記憶部52に対応する。

【0090】この発明では、第1実施形態と同様に、ARモデルにより推定位置における輝度信号を周囲の画像情報の線形和として推定する。ただし、輝度信号はR、G、B信号値の既知の線形和として表わされるものとする。輝度信号を推定するための推定係数は、RGB各色の自己相関情報のみならず色間の相互相関情報が必要となるが、ここでは近似的に求めた色間相互相関を用いる。

【0091】図13において、図2に示すようなフィルタを有する単板式デジタルカメラ44により撮像された画像情報はカラー画像入力端子46を通して画像処理装置65内の画像メモリ47に伝送、記憶される。また、コンピュータ45内に予め記憶された単板式デジタルカメラ44のフィルタ配置に関する情報及び輝度信号をR、G、B色信号の線形和で表わすための輝度信号演算係数をそれぞれ色成分マスクバッファ55及び輝度ウェイトバッファ56に伝送、記憶する。図13の制御装置52は色成分マスクバッファ55内に記憶されたフィルタ配置情報を用いてブロックI/O部48を制御して画像メモリ47に記憶された画像情報から部分ブロック画

像をブロックバッファ 49 に記録する。

【0092】以上で、単板式デジタルカメラ 44 及びコンピュータ 45 からの情報伝送、記憶が完了し、以下一画素ごとに輝度信号が推定され、出力画像メモリ 62 に記憶される。色間相関計算装置 50 は、画像メモリ 47 内の画像情報、ブロックバッファ 49 内に記憶されたブロック画像、マスク相関計算装置 57 で計算されたフィルタ配置の相関情報を用いて、輝度信号推定係数を算出するために必要となる色間相互相関を算出する。補正係数算出装置 64 は、色間相関計算装置 50 において得られた色間相互相関、輝度ウェイトバッファ 56 に記憶された輝度信号推定係数、マスク相関計算装置 57 により得られたフィルタ配置の相関情報を用いて補正係数を算出する。輝度成分復元装置 61 は補正係数算出装置 64 により算出された補正係数を用いて輝度信号を算出し、出力画像メモリ 62 に記憶する。全ての画素について輝度信号の推定から出力画像メモリ 62 への記憶を行い、処理を完了する。出力画像メモリ 62 に記憶された輝度信号画像は、制御装置 52 の制御のもとで、輝度画像出力端子 63 を通して外部の表示装置、出力装置等に伝送される。

(構成 (19) ~ (22) の効果) 複数の色信号からなる画像信号に対し、各色信号間の空間的相関を利用することで近傍の全ての画素から画像情報を推定することが可能となり、各色信号を独立に回復する場合に比較して高い精度で画像情報の推定ができる。

【0093】特定の対象を被写体とする場合には、各色信号間の空間的相関に関する先見的な知識を予め求めておき有効に生かすことができる。先見的情報は画像信号の種類に応じて切り替えて用いることで、より高精度な推定が可能となる。

【0094】所定領域内の色信号から得られる部分的、あるいは近似的な各色信号間の相互相関の精度は領域により異なる。そこで、画像情報から推定された相互相関に色間の相互相関の一般的関数形や画像の種類に応じて求めた色間の相互相関の関数形を当てはめることで、画像情報の推定精度の局所的な低下を抑制することができる。また、相互相関の推定精度が低いと思われる位置において相互相関を周囲の相互相関から補間により求めたり、あるいは相互相関が特定の性質をもつように規制することによって推定を高精度化することも可能である。

【0095】

【発明の効果】本発明によれば、推定すべき画像信号の

局所領域に関する空間的相関情報を用いて画像構造に依存した適応的推定を行なうようにしたので、任意の構造の画像に対して最適な推定を行なうことができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 実施形態が適用される画像処理システムの構成を示す図である。

【図 2】CCD 上の色フィルタの配置を示す図である。

【図 3】図 1 に示す領域抽出装置の構成を示す図である。

【図 4】図 1 に示す空間的相関情報算出装置の構成を示す図である。

【図 5】本発明の第 2 実施形態が適用される画像処理システムの構成を示す図である。

【図 6】エッジ検出のための領域抽出画像を示す図である。

【図 7】図 5 に示す空間的相関情報算出装置の構成を示す図である。

【図 8】本発明の第 3 実施形態が適用される画像処理システムの構成を示す図である。

【図 9】本発明の第 4 実施形態が適用される画像処理システムの構成を示す図である。

【図 10】図 9 に示す構造情報抽出装置の構成を示す図である。

【図 11】本発明の第 6 実施形態が適用される画像処理システムの構成を示す図である。

【図 12】本発明の第 7 実施形態が適用される画像処理システムの構成を示す図である。

【図 13】本発明の第 8 実施形態が適用される画像処理システムの構成を示す図である。

【図 14】色成分マスクの一例を示す図である。

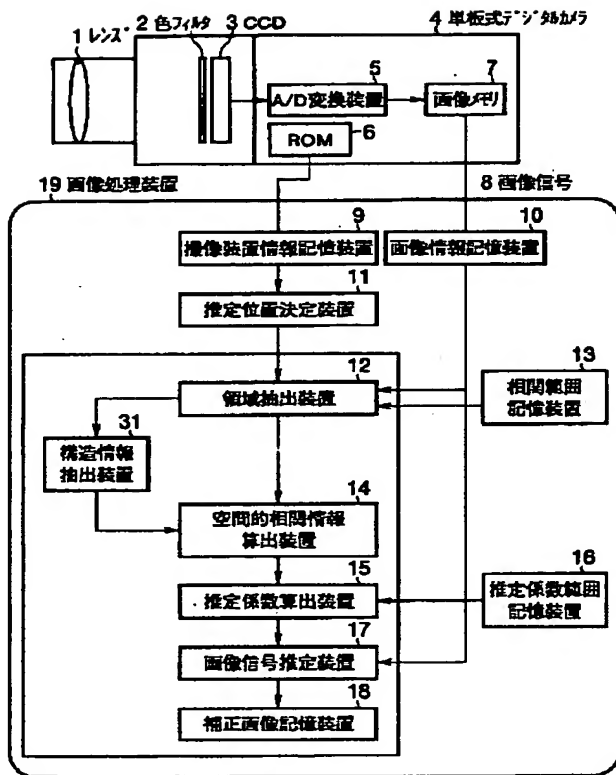
【図 15】赤、緑成分マスクの相互相関について説明するための図である。

【図 16】相互相関関数のデータ分布を示す図である。

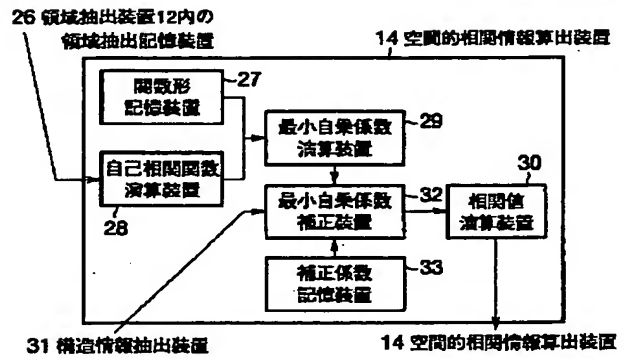
【符号の説明】

1…レンズ、2…色フィルタ、3…CCD、4…単板式デジタルカメラ、5…A/D 変換装置、6…ROM、7…画像メモリ、8…画像信号、9…撮像装置情報記憶装置、10…画像情報記憶装置、11…推定位置決定装置、12…領域抽出装置、13…相関範囲記憶装置、14…空間的相関情報算出装置、15…推定係数算出装置、16…推定係数範囲記憶装置、17…画像信号推定装置、18…補正画像記憶装置。

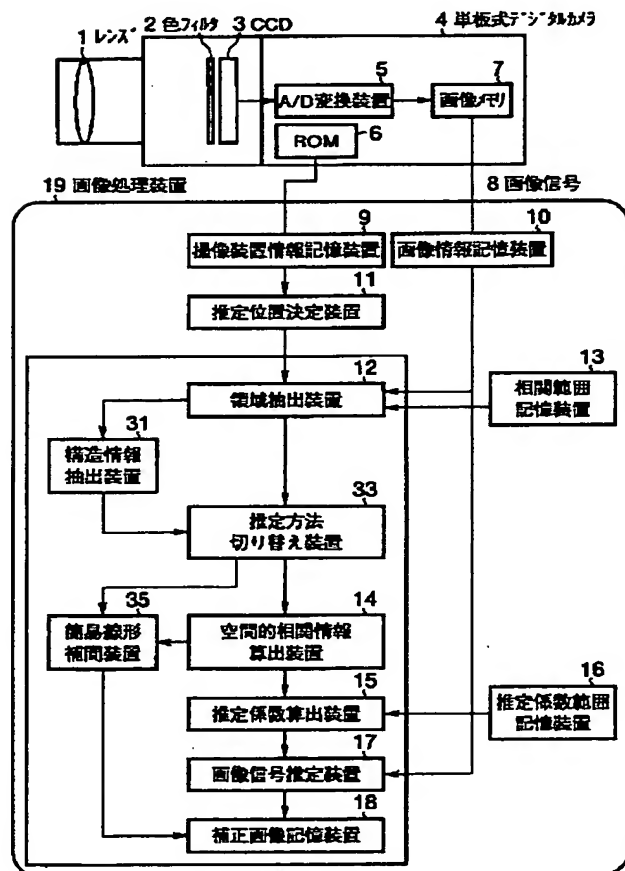
【図5】



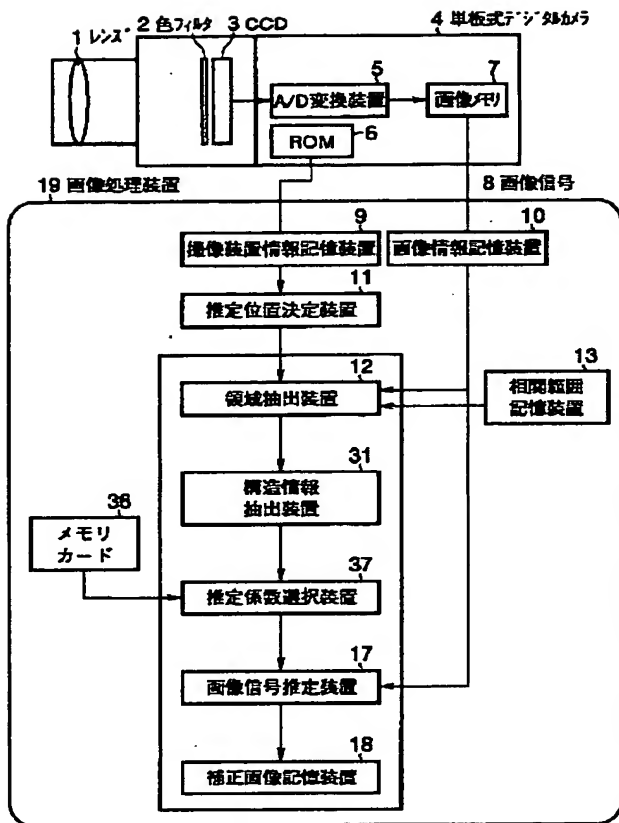
【図7】



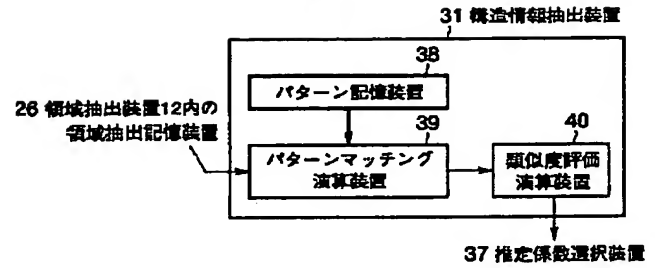
【図8】



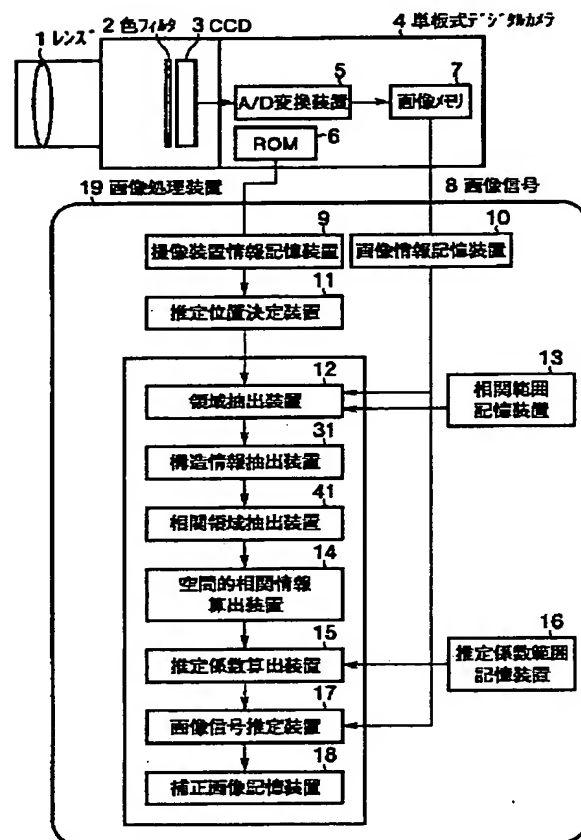
【図9】



【図10】



【図11】



【図16】

